

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE11046 U.S. PTO
09/842022
04/26/01

In the Patent Application of)
Satoshi TOMIOKA)
Serial No.: To Be Assigned) Group Art Unit: To Be Assigned
Filed: April 26, 2001) Examiner: To Be Assigned
For: METHOD OF FORMING SUBSTRATE)

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

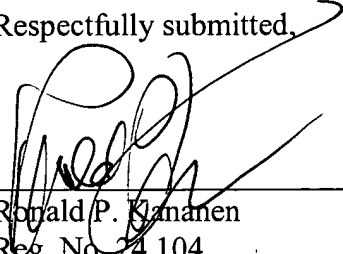
Sir:

The benefit of the filing date of the following prior application filed in the following foreign country is hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 2000-128325 filed April 27, 2000

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application.

Respectfully submitted,



Ronald P. Kananen
Reg. No. 24,104

Dated: April 26, 2001

RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.
1233 20TH Street, NW
Suite 501
Washington, DC 20036
202-955-3750-Phone
202-955-3751-Fax
Customer No. 23353

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 4月27日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-128325

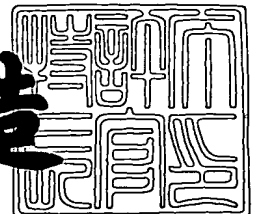
出 願 人
Applicant(s):

ソニー株式会社

2001年 2月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3011886

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000162201

【提出日】 平成12年 4月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 富岡 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100098785

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708092

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 B 族元素のうちの少なくとも 1 種と 5 B 族元素のうちの少なくとも窒素 (N) とを含む窒化物系 I I I - V 族化合物よりなる基板の製造方法であって、

前記基板を、厚さ $100\mu\text{m}$ 以下の成長用基体の上に、 $200\mu\text{m}$ 以上の厚さでかつ成長用基体と基板との熱膨張率の差により生じる基板の曲率が 0.03cm^{-1} 以下となるように成長させることを特徴とする基板の製造方法。

【請求項 2】 サファイア、炭化ケイ素、スピネル、ガリウムヒ素およびケイ素のうちのいずれか 1 種よりなる成長用基体を用いることを特徴とする請求項 1 記載の基板の製造方法。

【請求項 3】 窒化ガリウム (G a N) よりなる基板を成長させることを特徴とする請求項 1 記載の基板の製造方法。

【請求項 4】 ハイドライド気相成長法またはハライド気相成長法または有機金属化学気相成長法により基板を成長させることを特徴とする請求項 1 記載の基板の製造方法。

【請求項 5】 不純物を添加しつつ基板を成長させることを特徴とする請求項 1 記載の基板の製造方法。

【請求項 6】 不純物として、炭素 (C) , ケイ素 (S i) , ゲルマニウム (G e) , スズ (S n) , 硫黄 (S) , セレン (S e) およびテルル (T e) からなる群のうちの少なくとも 1 種、または炭素、ケイ素、ゲルマニウム、スズ、ベリリウム (B e) , マグネシウム (M g) , カルシウム (C a) , 亜鉛 (Z n) およびカドミウム (C d) からなる群のうちの少なくとも 1 種を添加することを特徴とする請求項 5 記載の基板の製造方法。

【請求項 7】 更に、成長用基体を除去する工程を含むことを特徴とする請求項 1 記載の基板の製造方法。

【請求項 8】 エッチングまたはラッピングまたは加熱処理を行うことにより成長用基体を除去することを特徴とする請求項 7 記載の基板の製造方法。

【請求項 9】 前記成長用基体を除去する工程の前に、更に、基板を覆うように保護膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 7 記載の基板の製造方法。

【請求項 10】 更に、基板の表面を平坦化する工程を含むことを特徴とする請求項 1 記載の基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3B族元素のうちの少なくとも1種と5B族元素のうちの少なくとも窒素(N)とを含む窒化物系III-V族化合物よりなる基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光ディスクや光磁気ディスクなどにおいては、記録・再生の高密度化または高解像度化の要求が高まっており、それを実現するために、緑色波長帯域ないし紫外領域の短波長域で発光可能な半導体発光素子の研究が活発に行われている。このような短波長域で発光可能な半導体素子を構成するのに適した材料としては、Ga₂N, AlGa₂N 混晶あるいはGaInN 混晶に代表される窒化物系III-V族化合物半導体が知られている(Jpn.J.Appl.Phys.,30(1991),L1998)。

【0003】

一般に、窒化物系III-V族化合物半導体を用いた発光素子は、有機金属化学気相成長(metal organic chemical vapor deposition; MOCVD)法あるいは分子線エピタキシー(molecular beam epitaxy; MBE)法などを用いて、基板の上に窒化物系III-V族化合物半導体層を成長させることにより製造されている。その際、基板には、主にサファイア(α -Al₂O₃)基板あるいは炭化ケイ素(SiC)基板が使用されている。

【0004】

しかし、サファイア基板あるいは炭化ケイ素基板を用いると、格子定数および

熱膨張率の違いにより、窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物半導体層中には欠陥あるいはクラック（割れ）が発生してしまう。また、半導体発光素子として半導体レーザ（laser diode；LD）を製造する場合には、共振器端面を劈開により形成することが難しい。そこで、このような問題が発生しない窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板の開発が望まれている。

【0005】

ところが、窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板の製造に際しては、窒素の蒸気圧が高いため、シリコン（Si）基板やガリウムヒ素（GaAs）基板を製造する場合に一般的に用いられる方法を用いることができない。一般的な窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板の製造方法としては、サファイアあるいはガリウムヒ素よりなる成長用基体の上に、MOCVD法、MBE法あるいはハイドライド気相成長法により窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板を成長させる方法が知られている。中でも、ハイドライド気相成長法を用いれば、1時間当たり数 μm ～数百 μm 成長させることができるので、短時間で基板として使用可能な厚さまで成長させることができ、既にこの方法によりGaN基板を得たとの報告がなされている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このように成長用基体の上に窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板を成長させる方法では、基板として使用可能な程度の厚さまで成長させると、成長用基体と窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板との熱膨張率の差により窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物基板にクラックが発生してしまうなどの問題があった。よって、良質な窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物半導体層を成長させるための基板としては、不十分なもののしか得られなかった。

【0007】

なお、特開平10-256662号公報には、厚さ1mm以上と厚くしたサファイアよりなる成長用基体の上にGaN基板を薄く300 μm 程度成長させたのち、研磨により成長用基体を除去する方法が開示されている。この方法では、成長用基体の厚さを大きくすることにより、成長中に加熱により生じる成長用基体の反りを抑制し、それに伴うGaN基板の結晶性の劣化を防止するようになって

いる。しかし、成長用基体を除去する途中で、成長用基体が薄くなるに従って応力が増大し、GaN基板にクラックまたは欠損が生じてしまうという問題があった。また、成長用基体が1mm以上と厚いので、その除去が難しかった。

【0008】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、クラックが少ない良質な基板を得ることができる基板の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明による基板の製造方法は、3B族元素のうちの少なくとも1種と5B族元素のうちの少なくとも窒素とを含む窒化物系III-V族化合物よりなる基板の製造方法であって、基板を、厚さ100 μ m以下の成長用基体の上に、200 μ m以上の厚さでかつ成長用基体と基板との熱膨張率の差により生じる基板の曲率が0.03 cm^{-1} 以下となるように成長させるようにしたものである。

【0010】

本発明による基板の製造方法では、厚さ100 μ m以下の成長用基体の上に、窒化物系III-V族化合物よりなる基板が200 μ m以上成長する。よって、基板におけるクラックなどの発生が効果的に防止され、良質な基板が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

〔第1の実施の形態〕

図1ないし図5は、本発明の第1の実施の形態に係る基板の製造方法の製造工程を表すものである。この基板の製造方法は、例えばGaN（窒化ガリウム）よりなる基板を製造するものである。なお、この基板は、必要に応じて不純物を含む場合もある。

【0013】

本実施の形態では、まず、図1に示したように、例えば、サファイア、炭化ケイ素、スピネル、ガリウムヒ素あるいはケイ素よりなる厚さ100 μ m以下、例

例えば $60\ \mu\text{m}$ の成長用基体 11 を用意し、この成長用基体 11 を有機溶剤により洗浄する。

【0014】

次いで、図 2 に示したように、成長用基体 11 の上（サファイアよりなる場合は、例えば c 面上）に、例えば、ハイドライド気相成長法またはハライド気相成長法を用いて成長用基体 11 を加熱しつつ GaN よりなる基板 12 を成長させ、放冷する。なお、ハイドライド気相成長法とは、ハイドライド（水素化物）が反応もしくは原料ガスの輸送に寄与する気相成長法のことである。また、ハライド気相成長法とは、ハライド（ハロゲン化物）が反応もしくは原料ガスの輸送に寄与する気相成長法のことである。具体的には、図示しないサセプタの上に成長用基体 11 を載置して成長用基体 11 を 1000°C 程度まで加熱し、キャリアガスとしての窒素ガス (N_2) を流しつつ、窒素の原料としてアンモニアガス (NH_3) を供給すると共に、ガリウムの原料として、 850°C 程度に加熱されたガリウム単体（金属ガリウム）上に塩化水素ガス (HCl) を流すことにより得られる塩化ガリウムガス (GaCl) を供給して基板 12 を成長させる。なお、この場合、原料ガスとして塩化水素ガスを用いているので、ハイドライド気相成長であり、ハライド気相成長でもある。

【0015】

このとき、成長させる基板 12 の厚さを、 $200\ \mu\text{m}$ 以上でかつ成長用基体 11 と基板 12 との熱膨張率の差により生じる基板 12 の曲率が $0.03\ \text{cm}^{-1}$ 以下となるようにする。ここで、基板 12 の曲率 K とは、成長後の放冷により生じるものであり、成長用基体 11 との隣接面の曲率のことを指す。具体的には、成長用基体 11 がサファイアあるいは炭化ケイ素などのほぼ六方晶系の結晶構造を有するものよりなる場合には、下記の数 1 に示した式により算出される。

【0016】

【数 1】

$$K = \frac{(T_g - T_r)(\alpha_1 - \alpha_2)}{\frac{1}{6} \frac{\overline{E}_1 t_1^3 + \overline{E}_2 t_2^3}{t_1 + t_2} \left(\frac{1}{\overline{E}_1 t_1} + \frac{1}{\overline{E}_2 t_2} \right) + \frac{t_1 + t_2}{2}}$$

式中、Kは基板の曲率を表し、 \overline{E}_1 は $\frac{E_1}{1 - \rho_1}$ を表し、 \overline{E}_2 は $\frac{E_2}{1 - \rho_2}$ を表す。

なお、 T_g は基板を成長させる際の成長用基体の温度、 T_r は成長後の放置温度をそれぞれ表すと共に、 α_i は線膨張率、 E_i は成長用基体の成長面内における一方向に引っ張り応力を加えた時に生じる同方向の伸びについてのヤング率、 ρ_i は成長用基体の成長面内でのヤング率に関する引っ張り方向に対して垂直な方向の縮みに関するポアソン比、 t_i は厚さをそれぞれ表す。但し、 i は1または2であり、 $i=1$ の場合には成長用基体の各値、 $i=2$ の場合には基板の各値をそれぞれ表す。

【0017】

また、成長用基体11がスピネル、ガリウムヒ素あるいはケイ素などの立方晶系の結晶構造を有するものよりなる場合には、数1とは異なるが他の数式を用い、同様に算出される。

【0018】

基板12を成長させた後の放冷により、基板12には成長用基体11との熱膨張率の違いによって反りが生ずるが、本実施の形態では、成長用基体11の厚さを100 μ m以下とし、かつ基板12の厚さを200 μ m以上とすることにより、反りによる応力を成長用基体11に集中させ、成長用基体11の方にクラックが生じるようにすると共に、基板12の曲率Kが0.03 cm^{-1} 以下となるように成長用基体11に対する基板12の厚さを調整することにより基板12にクラックが発生することを防止するようになっている。よって、本実施の形態では、基板12を成長させた後に放冷しても、基板12におけるクラックの発生が防止され、良質な基板12が得られる。

【 0 0 1 9 】

また、基板 1 2 の厚さを $200\mu\text{m}$ 以上とすることにより、この基板 1 2 を用いてデバイスなどを作製する際の基板 1 2 の操作性を向上させるようにもなっている。なお、成長用基体 1 1 に対する基板 1 2 の厚さを、基板 1 2 の曲率が 0.025cm^{-1} 以下となるようにすれば、基板 1 2 におけるクラックの発生をより効果的に防止することができるので好ましい。

【 0 0 2 0 】

なお、この基板 1 2 に不純物を含ませる場合には、不純物を添加して基板 1 2 を成長させる。不純物としては、例えば、I V 族元素である炭素 (C)，ケイ素 (Si)，ゲルマニウム (Ge) およびスズ (Sn) と、V I 族元素である硫黄 (S)，セレン (Se) およびテルル (Te) とからなる群のうちの少なくとも 1 種の元素を添加する。また、I I 族元素であるベリリウム (Be)，マグネシウム (Mg)，カルシウム (Ca)，亜鉛 (Zn) およびカドミウム (Cd) と、I V 族元素である炭素，ケイ素，ゲルマニウムおよびスズとからなる群のうちの少なくとも 1 種の元素を添加するようにしてもよい。

【 0 0 2 1 】

また、ハイドライド気相成長法またはハライド気相成長法により基板 1 2 を成長させる際の窒素の原料には、アンモニアの代わりに、ヒドラジン，モノメチルヒドラジンまたはジメチルヒドラジンなどの一般式が N_2R_4 (但し、R は、水素原子またはアルキル基を表す。) で示されるヒドラジン系の原料や有機アミンを用いるようにしてもよい。このような有機アミンとしては、例えば、第 1 級アミンであるプロピルアミン，イソプロピルアミン，ブチルアミン，イソブチルアミン，*t*-ブチルアミンあるいは第二ブチルアミン、第 2 級アミンであるジプロピルアミン，ジイソプロピルアミン，ジブチルアミン，ジイソブチルアミン，ジ*t*-ブチルアミンあるいはジ第二ブチルアミン、または第 3 級アミンであるトリプロピルアミン，トリイソプロピルアミン，トリブチルアミン，トリイソブチルアミン，トリ*t*-ブチルアミン，トリ第二ブチルアミン，トリアリルアミン，トリエチルアミン，ジイソプロピルメチルアミン，ジプロピルメチルアミン，ジブチルメチルアミン，ジイソブチルメチルアミン，ジ第二ブチルメチルアミンある

いはジ-ブチルメチルアミンなどが挙げられる。

【0022】

更に、ハイドライドまたはハライドには、塩化水素の代わりに、フッ化水素 (HF)、臭化水素 (HBr) あるいはヨウ化水素 (HI) を用いるようにしてもよい。キャリアガスには、窒素ガスの代わりに、ヘリウムガス (He) あるいはアルゴンガス (Ar) などの不活性ガスをキャリアガスとして用いるようにしてもよいし、必要に応じて水素ガス (H_2) または水素ガスを含む混合ガスを用いるようにしてもよい。

【0023】

基板12を成長させて放冷したのち、図3に示したように、例えば、CVD (Chemical Vapor Deposition ; 化学気相成長) 法により基板12を覆うように二酸化ケイ素 (SiO_2) よりなる保護膜13を形成する。

【0024】

次いで、図4に示したように、成長用基体11を除去する。これにより、基板12の反りはなくなり、平坦なものとなる。具体的には、成長用基体11がサファイアよりなる場合には、例えば、リン酸 (H_3PO_4) と硫酸 (H_2SO_4) とを1:1 (体積比) の割合で含むエッチング液を用いて、285℃の温度でウェットエッチングを行うことにより除去する。ここでは、成長用基体11の厚さが100 μm 以下と薄いので、容易に除去されると共に、除去工程において基板12に応力がかかりクラックが発生してしまうことが防止される。また、上述したように成長用基体11にクラックが生じている場合には、より容易に除去されると共に、この工程以前において成長用基体11の一部が欠損している場合もあり、その場合には更に容易に除去される。なお、基板12は保護膜13により覆われているので、エッチング時に損傷を受けたり、汚染される可能性が少ない。

【0025】

成長用基体11の除去は、また、ドライエッチングあるいはラッピングにより行うようにしてもよい。ドライエッチングにより除去する場合には、エッチングガスとして例えば塩素ガス (Cl_2) を用いて行う。また、ラッピングにより除去する場合には、例えばダイヤモンド研磨粉を用いて行う。

【0026】

成長用基体11の除去は、更に、基板12が形成された成長用基体11を例えば加熱および冷却し、基板12と成長用基体11とを分離することにより行うようにしてもよい。この方法は、成長用基体11と基板12との熱膨張率の差に起因して生じる応力を利用するものである。具体的には、成長用基体11を、例えば赤外線加熱炉の反応管の内部に設置し、成長用基体11を例えば800℃になるまで加熱したのち、更に冷却することにより、基板12と成長用基体11とを分離する。なお、この場合、上述したエッチングあるいはラッピングなどを併用して分離するようにしてもよい。また、加熱方法としては、赤外線加熱炉を用いた加熱以外にも、ヒータ加熱や高周波誘導加熱などを適用するようにしてもよい。

【0027】

成長用基体11を除去したのち、図5に示したように、例えば、フッ酸(HF)を含むエッチング液を用いて、保護膜13を除去する。そののち、必要に応じて、基板12の表面を平坦化处理する。平坦化处理は、具体的には、例えば、気相エッチング法あるいは液相化学エッチング法を用いて表面をエッチングするか、または機械的化学ポリッシング法を用いて表面研磨することにより行う。この平坦化处理により、表面が平坦化され、基板12の上に結晶性に優れた窒化物系III-V族化合物半導体層などを容易に成長させることができるようになる。以上により窒化物系III-V族化合物よりなる基板12が得られる。

【0028】

このように本実施の形態に係る基板の製造方法によれば、成長用基体11の厚さを100 μ m以下とし、基板12の厚さを200 μ m以上とすると共に、基板12の曲率が0.03 cm^{-1} 以下となるようにしたので、基板12におけるクラックの発生を効果的に防止することができる。よって、良質な基板12を得ることができる。また、成長用基体11を容易に除去することができる。

【0029】

更に、不純物を注入することにより導電性の基板12とすれば、半導体発光素子作製時などに用いる場合に、基板12の表面側と裏面側とに一对の電極をそれ

ぞれ配設することができる。また、半導体発光素子として半導体レーザを作製する場合には、共振器端面を劈開により容易に形成することができる。

【 0 0 3 0 】

なお、成長用基体 1 1 の厚さと基板 1 2 の厚さと基板 1 2 の曲率 K との関係、および基板 1 2 の曲率 K を 0.03 cm^{-1} 以下とすることにより得られる効果について、具体的なモデル計算および実験例に基づき説明する。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、数 1 に示した式に、表 1 に示した値をそれぞれ代入し (Jpn.J.Appl.P hys., 32(1993), p1528-1533 参照)、サファイアよりなる成長用基体 1 1 の厚さ t_1 を種々変化させた場合の、GaN よりなる基板 1 2 の厚さ t_2 と曲率 K との関係を表すものである。また、図 7 は図 6 の一部を拡大して表すものである。図 6 および図 7 において、縦軸は曲率 K (単位 ; cm^{-1}) を示し、横軸は基板 1 2 の厚さ t_2 (単位 ; μm) を示している。

【 0 0 3 2 】

【表 1】

$T_g - T_r$	1015 °C
α_1	$7.50 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
α_2	$5.45 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
E_1	$345.0 \times 10^9 \text{ Pa}$
E_2	$126.0 \times 10^9 \text{ Pa}$
ρ_1	0.33
ρ_2	0.33

【 0 0 3 3 】

ここでは、図6に示したモデル計算に対応して、厚さを種々変化させたサファイアよりなる成長用基体11の上に、ハイドライド気相成長法により厚さを種々変化させたGaNよりなる基板12を成長させ、曲率Kを求めた。具体的には、まず、成長用基体11を1000℃程度まで加熱し、窒素の原料としてアンモニアガスを $1\text{ dm}^3/\text{min}$ の流量で供給すると共に、ガリウムの原料として、850℃程度に加熱されたガリウム単体上に塩化水素ガスを $0.03\text{ dm}^3/\text{min}$ の流量で流すことにより得た塩化ガリウムガスを供給し、GaN基板を成長させた。なお、キャリアガスには窒素ガスを用い、その流量を $1\text{ dm}^3/\text{min}$ とした。次いで、放冷したのち、レーザー光を照射し、その反射角度を測定することにより基板12の曲率を求めた。

【0034】

これらの実験から、実測により得られた成長用基体11の厚さ t_1 と基板12の厚さ t_2 と曲率Kとの関係は、図6に示したモデル計算と非常に良く整合していることが確認された。また、図7に示したように、曲率 0.03 cm^{-1} がクラック発生の臨界点であり、基板12の曲率Kがそれ以下であれば基板12にクラックは生じていなかった。

【0035】

すなわち、成長用基体11の厚さ t_1 に対する基板12の厚さ t_2 を基板12の曲率Kが 0.03 cm^{-1} 以下となるようにすれば、基板12にクラックが発生することがなく、良質な基板12を得られることが分かった。また、成長用基体11の厚さを薄くした方が、基板12の厚さを厚くする場合において、基板12の曲率Kを小さくできることも分かった。特に、成長用基体11の厚さ t_1 を $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすれば、基板12の厚さを $600\text{ }\mu\text{m}$ 程度と必要以上に厚くしなくても、基板12の曲率Kを容易に 0.03 cm^{-1} 以下、更には 0.025 cm^{-1} 以下とできることが分かった。なお、ここでは具体的には説明しないが、サファイア以外の化合物よりなる成長用基体11を用いる場合についても同様の結果が得られる。

【0036】

[第2の実施の形態]

本発明の第 2 の実施の形態に係る基板の製造方法は、ハイドライド気相成長法に代えて MOCVD 法により基板 1 2 を成長させることを除き、他は第 1 の実施の形態と同様の工程である。よって、ここでは第 1 の実施の形態と同一の符号を付し、第 1 の実施の形態と異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態では、基板 1 2 を成長させる際、まず、図示しない MOCVD 装置の反応管の内部に成長用基体 1 1 を載置し、反応管内に、例えば水素ガス (H_2) と窒素ガス (N_2) との混合ガスをキャリアガスとして供給しつつ、成長用基体 1 1 を例えば $1050^{\circ}C$ に加熱する。次いで、反応管の内部に、窒素の原料として例えばアンモニアを供給すると共に、ガリウムの原料として例えばトリメチルガリウム (TMG; $(CH_3)_3Ga$) またはトリエチルガリウム (TEG; $(C_2H_5)_3Ga$) を供給して GaN よりなる基板 1 2 を成長させる。

【 0 0 3 8 】

このように、MOCVD 法により基板 1 2 を成長させる場合であっても、成長用基体 1 1 の厚さを $100\mu m$ 以下とし、基板 1 2 の厚さを $200\mu m$ 以上とすると共に、成長用基体 1 1 と基板 1 2 との熱膨張率の差により生じる基板 1 2 の曲率が $0.03cm^{-1}$ 以下となるようにすれば、第 1 の実施の形態と同様に基板 1 2 におけるクラックの発生を効果的に防止することができる。

【 0 0 3 9 】

以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、GaN よりなる基板 1 2 の製造方法を具体例に挙げて説明したが、本発明は、3B 族元素のうちの少なくとも 1 種と 5B 族元素のうちの少なくとも窒素とを含む窒化物系 III-V 族化合物よりなる基板を製造する際に、広く適用することができる。具体的には、AlGaIn 混晶、InN、InGaIn 混晶あるいは AlGaInN 混晶などよりなる基板を製造する際に適用することができる。

【 0 0 4 0 】

その際、ハイドライド気相成長法またはハライド気相成長法により成長させる場合には、アルミニウムの原料として例えばアルミニウム単体を、ホウ素の原料

として例えばホウ素単体を、インジウムの原料として例えばインジウム単体をそれぞれ用いることができる。また、MOCVD法により成長させる場合には、アルミニウムの原料として例えばトリメチルアルミニウム ($(\text{CH}_3)_3\text{Al}$) を、ホウ素の原料として例えばトリエチルホウ素 ($(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{B}$) を、インジウムの原料として例えばトリメチルインジウム ($(\text{CH}_3)_3\text{In}$) をそれぞれ用いることができる。

【0041】

更に、上記実施の形態では、ハイドライド気相成長法またはハライド気相成長法またはMOCVD法により基板12を成長させるようにしたが、これら以外の他の気相成長 (CVD (Chemical Vapor Deposition) またはVPE (Vapor Phase Epitaxy)) 法により成長させるようにしてもよい。

【0042】

また、上記実施の形態では、成長用基体11がサファイアよりなる場合にはそのc面に基板12を成長させるようにしたが、c面以外の他の面方位に成長させるようにしてもよい。

【0043】

更に、上記実施の形態では、六方晶系の結晶構造を有する成長用基体11の上に基板12を成長させる場合の曲率Kの算出方法を具体例に挙げて説明したが、成長用基体11が他の結晶構造を有する場合であってもその結晶構造に応じた計算式を用いて曲率の理論値を求めることができ、同様に適用することができる。

【0044】

加えて、上記実施の形態では、保護膜13を二酸化ケイ素により形成するようにしたが、窒化ケイ素 (Si_xN_y) により形成するようにしてもよい。また、ウェットエッチング法により成長用基体11を除去する場合を除き、保護膜13を形成しなくてもよい。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし請求項10のいずれか1項に記載の基板の製造方法によれば、成長用基体の厚さを100 μm 以下とし、基板の厚さを20

0 μ m以上とすると共に、成長用基体と基板との熱膨張率の差により生じる基板の曲率が0. 03 cm^{-1} 以下となるようにしたので、基板におけるクラックの発生を効果的に防止することができる。よって、良質な基板を得ることができるという効果を奏する。

【0046】

特に、請求項7ないし請求項9のいずれか1項に記載の基板の製造方法では、成長用基体を除去する工程において、容易に除去することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係る基板の製造方法の製造工程を説明するための断面図である。

【図2】

図1に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図3】

図2に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図4】

図3に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図5】

図4に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図6】

本発明の第1の実施の形態に係る基板の製造方法を用いて製造される基板の厚さと曲率との関係を表す特性図である。

【図7】

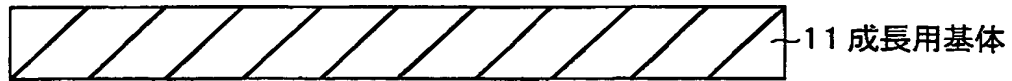
図6の一部を拡大して表す特性図である。

【符号の説明】

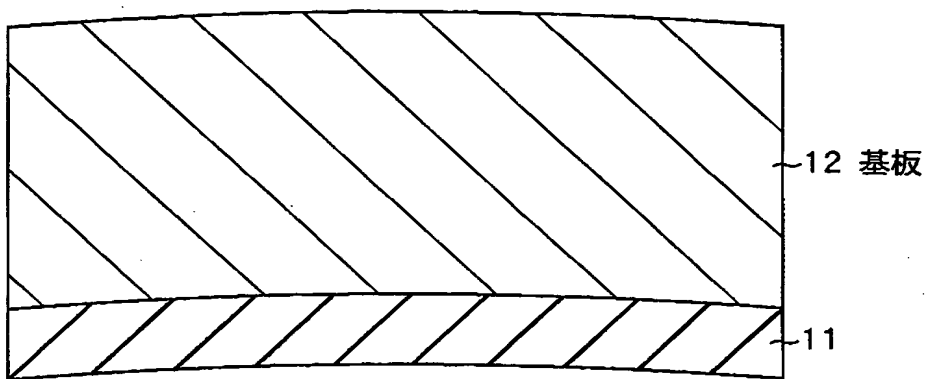
11…成長用基体、12…基板、13…保護膜

【書類名】 図面

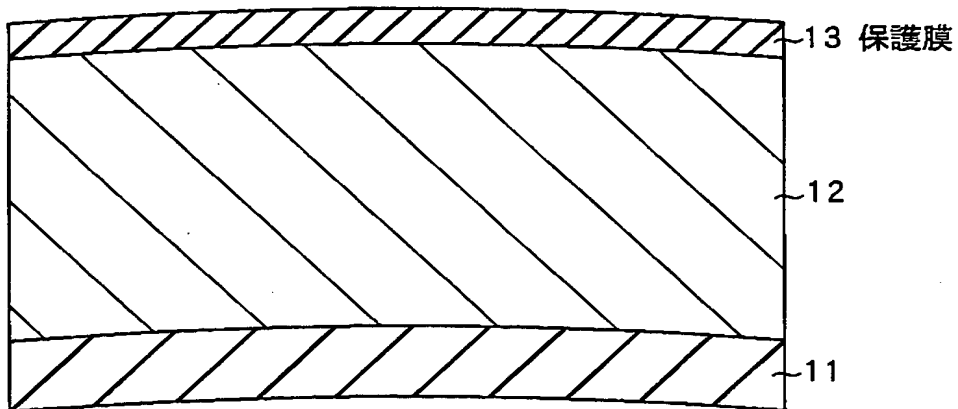
【図 1】



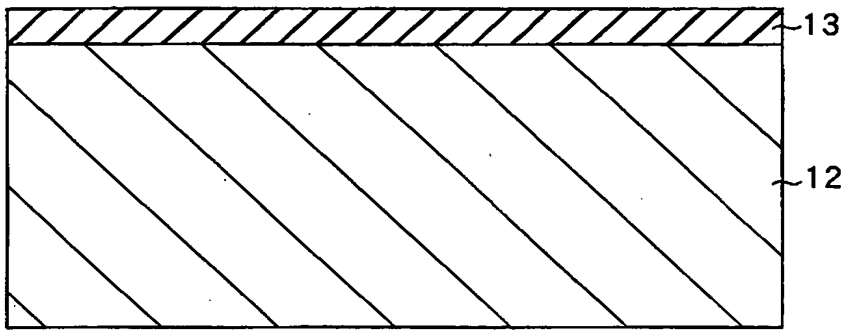
【図 2】



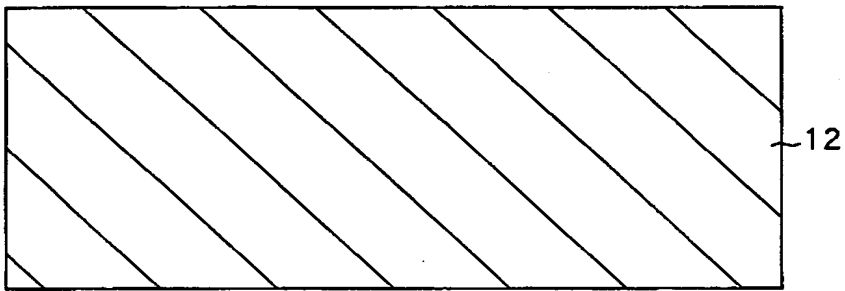
【図 3】



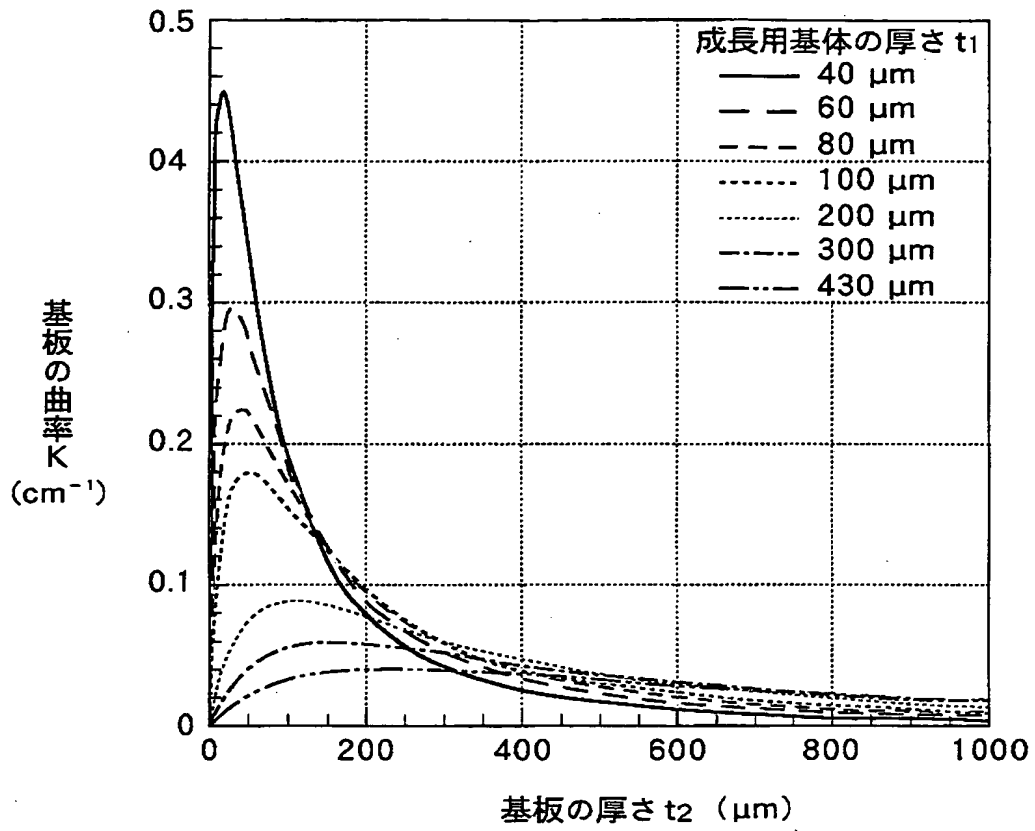
【図 4】



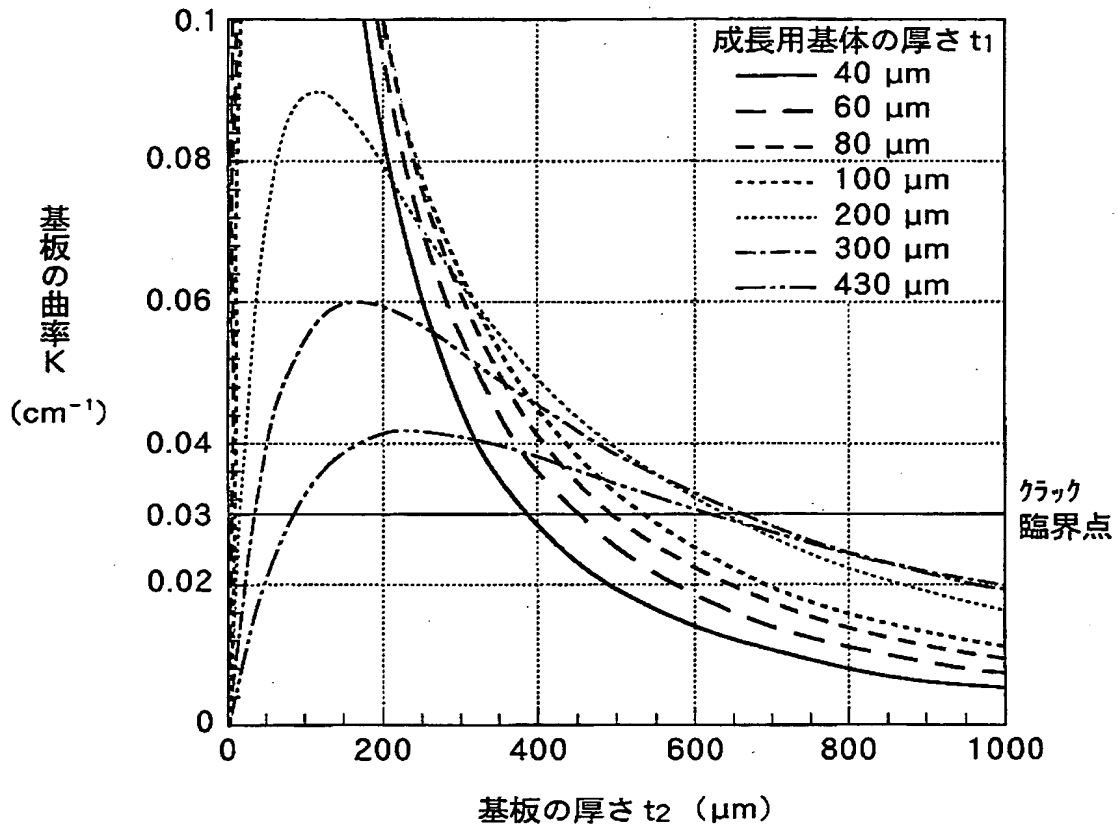
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クラックが少ない良質な基板を得ることができる基板の製造方法を提供する。

【解決手段】 サファイアよりなる厚さ $100\mu\text{m}$ 以下の成長用基体11の上に、成長用基体11を加熱しつつGaNよりなる基板12を成長させ、放冷する。その際、成長させる基板12の厚さを、 $200\mu\text{m}$ 以上でかつ成長用基体11と基板12との熱膨張率の差により生じる基板12の曲率が 0.03cm^{-1} 以下となるようにする。これにより、基板12が成長後の放冷により反ってしまっても、基板12におけるクラックの発生が防止され、良質な基板12が得られる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社